

autres repères autres paysages

Le cresson à Antananarivo (Madagascar) : entre intérêts alimentaires et risques

Marie-Hélène Dabat, Blandine Andrianarisoa, Christine Aubry, Serge Trèche,
Jean-Yves Ramanamidonana, Marielle Dubbeling

*dabat@cirad.fr; blandine@andrianarisoa.net; christine.aubry@agroparistech.fr; sergetreche@ird.fr; jyrama@yahoo.fr;
m.dubbeling@etcnl.nl*

Dans les pays en développement, où le phénomène d'urbanisation est particulièrement marqué¹, l'agriculture dite « urbaine » joue fréquemment une fonction importante d'approvisionnement alimentaire de la ville (Aubry *et al.*, 2010). Cette agriculture est définie comme « l'agriculture localisée dans la ville et sa périphérie, dont les produits sont (au moins partiellement) destinés à la ville et pour laquelle il existe une alternative entre usages agricole et non-agricole des ressources, [qui] ouvre sur des concurrences mais également des complémentarités possibles » (Moustier et M'Baye, 1999). Dans les pays peu industrialisés, du fait, notamment, des infrastructures insuffisantes de transport et du renchérissement du coût de l'énergie, cette agriculture dans ou à proximité de la ville fournit une part souvent majoritaire des produits frais, dont les légumes, consommés par les urbains (Temple et Moustier, 2004 ; Mougeot, 2005). Ainsi, bien que l'extension urbaine la menace généralement directement dans son emprise spatiale, l'agriculture urbaine est aussi fréquemment dynamisée par l'urbanisation (Cour, 2004) : localement elle résiste, voire se développe, s'infiltrant dans divers interstices urbains et s'adaptant aux contraintes de la ville par une grande diversité de formes (Moustier et Danso, 2006).

L'importance encore mal quantifiée mais semble-t-il en augmentation de la production urbaine dans l'approvisionnement des villes (Bricas et Seck, 2004) est l'une des raisons majeures expliquant l'intérêt croissant des politiques pour ce type d'agriculture (van Veenhuizen, 2006 ; Nasr et Padilla, 2004 ; Bryant, 1997 ; Smit et Nasr, 1992).

La récente crise de 2008 sur les marchés agricoles internationaux ne fait qu'accroître son intérêt alimentaire pour les populations urbaines des pays du Sud (Dubbeling *et al.*, 2010). Cette fonction commence à émerger aussi comme raison majeure de soutien de l'agriculture urbaine dans les agendas politiques des pays du Nord (Toullalan, 2012), accompagnant, voire parfois supplantant, les traditionnelles fonctions paysagères ou de maintien du cadre de vie invoquées dans les décennies 1990-2000 pour analyser son rôle dans le développement durable des villes (Charvet, 1994 ; Monédiaire, 1999).

Cependant, assurer voire développer la fonction alimentaire de l'agriculture urbaine n'est pas un problème trivial : outre la question toujours vive du foncier, les interactions entre ville et agriculture, bénéfiques du point de vue de la proximité du bassin de consommation ou de l'accessibilité des services et des intrants, peuvent être problématiques, du fait de facteurs sociaux (conflits de voisinage, vols de produits) mais aussi des risques liés à l'environnement urbain.

En effet, de fortes pollutions peuvent caractériser les villes et constituer des risques de contamination pour les activités et les produits agricoles (Armar-Klemesu, 2000) : pollutions atmosphériques liées notamment au trafic routier (Petit *et al.*, 2010), pollutions des sols liées aux activités industrielles en ville, pollutions des eaux qui sont d'autant plus redoutables que les infrastructures d'assainissement sont souvent, dans les pays en développement, inexistantes ou insuffisantes. Dès lors, la production de l'agriculture urbaine à destination alimentaire devient partagée entre intérêts pour l'approvisionnement en frais des villes et risques spécifiques pour les consommateurs.

1. Le taux annuel de croissance urbaine y a été de 3,6% entre 1950 et 2005 contre 1,4% dans les pays industrialisés (Mougeot, 2005).



Figure 1. Maraîchage dans la ville d'Antananarivo. Cliché C. Aubry.

C'est à cette dualité que nous nous sommes confrontés en analysant la production de cresson à Antananarivo, capitale de Madagascar. Le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) ou « *anandrano* » (« légume d'eau » en malgache) est un produit par excellence de l'agriculture urbaine dans cette ville en croissance, très prisé des consommateurs locaux mais aussi de ceux des autres villes du pays qui ne réunissent pas les conditions agro-climatiques nécessaires à sa production. Il est essentiellement cultivé dans les bas-fonds intra-urbains de la ville, qui recueillent largement les eaux usées.

Nous montrerons dans un premier temps la place qu'occupe le cresson dans la ville et ses modes de production, puis nous analyserons son rôle dans l'approvisionnement alimentaire des habitants de la ville et les formes de consommation en lien avec les intérêts nutritionnels du produit. Nous étudierons enfin les risques liés aux modes de production, en montrant comment les consommateurs se sont adaptés à ces risques, et comment des formes alternatives de production peuvent être proposées pour les surmonter.

Production et importance économique du cresson à Antananarivo

À Antananarivo, ville tropicale d'altitude (1250-1400 m), l'habitat se concentrait traditionnellement sur le haut des collines en laissant les vallons et les zones de plaine à l'agriculture. Aujourd'hui, ces deux usages de l'espace se mêlent jusqu'au centre-ville, où l'agriculture, englobée par la ville, continue d'occuper les bas-fonds les plus inondables, la plaine environnante, récemment réaménagée et les vallons des collines périurbaines (fig.1, voir ci-dessus). L'agriculture représente 43 % des quelque 425 km² de l'agglomération (Rahamefy *et al.*, 2005). Très méconnue et pas du tout encadrée, longtemps victime d'une consommation mal contrôlée des espaces par l'extension de l'habitat et l'industrialisation rapide (Dabat *et al.*, 2006), cette agriculture urbaine a fait l'objet depuis 10 ans de travaux de recherche en partenariat (encadré 1) qui permettent aujourd'hui d'en décrire la diversité (Aubry *et al.*, 2008) et ont contribué à son inscription dans la rénovation des plans d'urbanisme (Cities Alliance, 2004 ; Aubry *et al.*, 2012).

Encadré 1. Les programmes de recherche sur l'agriculture urbaine à Antananarivo (2002-2012)

Le projet franco-malgache «Analyse de la durabilité de l'agriculture dans l'agglomération d'Antananarivo» (ADURAA) est un projet de recherche-formation, né en 2002 en pleine crise politique à Madagascar, qui a été soutenu par les programmes CORUS du ministère des Affaires étrangères jusqu'à fin 2007. Il a eu pour objectifs de connaître l'agriculture urbaine à Antananarivo, presque totalement ignorée des chercheurs mais aussi du ministère de l'Agriculture malgache jusqu'alors, en analysant sa diversité et ses fonctions. Coordonné par C. Aubry et J. Ramamonjisoa, ADURAA a rassemblé des institutions de recherche françaises (INRA et CIRAD) et malgaches, dont l'université d'Antananarivo, l'École supérieure des sciences agronomiques, la FOFIFA (l'INRA malgache), le Laboratoire des radio-isotopes. Il a permis de montrer (Aubry *et al.*, 2008) la diversité des systèmes d'activités et de production des exploitations d'agriculture urbaine, et en a proposé une typologie principalement liée à la distance à la ville et à l'accès quantitatif et qualitatif à l'eau. Il a quantifié la fonction alimentaire de cette agriculture, forte pour les produits maraîchers : au moins 80 % pour la tomate et plus de 90 % pour le chou-fleur et le cresson de l'approvisionnement alimentaire de la ville est assuré par cette agriculture. Cela n'est pas non plus négligeable pour le riz, avec 15 à 25 % des approvisionnements selon les années. D'autres fonctions, comme la lutte contre les inondations en plaine et l'érosion dans les collines bâties, ont été quantifiées et l'ensemble a débouché, en lien étroit avec l'agence d'urbanisme d'Antananarivo, sur des décisions de maintien local ou non de l'activité agricole selon les sites.

Les risques de dégradation de la qualité des productions locales du fait de l'environnement urbain ont fait l'objet d'un deuxième programme Corus (2007-2011), «Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo» (QUALISANN), programme multidisciplinaire (agronomie, chimie, économie, géographie, microbiologie, nutrition), coordonné par M.-H. Dabat et B. Andrianarisoa, dont les résultats sont largement cités ici. La qualité des produits alimentaires est de manière générale mal connue à Madagascar, de même que les préférences des ménages. Les normes sanitaires alimentaires sont elles aussi mal appréhendées, n'existant pas ou étant peu appliquées faute de moyens de contrôle et de sanction. Le projet QUALISANN a donc produit des références sur l'état sanitaire et l'importance nutritionnelle de légumes produits par l'agriculture urbaine, en analysant leurs modes de production, les filières dans lesquelles ils s'insèrent, les pratiques et les perceptions des consommateurs, ainsi que les modes de régulation de la qualité sanitaire.

Le cresson a été retenu comme l'un des produits-phares de cette agriculture urbaine en raison de l'importance à la fois de sa production et de sa consommation locales et des risques sanitaires multiples qu'il peut porter. QUALISANN a montré un cas original d'adaptation de la gestion du risque alimentaire aux conditions des pays du Sud (institutions défaillantes, marché peu organisé, faible pouvoir d'achat). La gestion des risques ne relève plus ici uniquement des responsabilités de l'État ou de certaines institutions macro-sociales, mais implique surtout les consommateurs non encore socialement organisés. QUALISANN a rassemblé des acteurs de la recherche française (CIRAD, IRD, INRA) et malgache (l'Université dont plusieurs laboratoires de la Faculté des Sciences, l'École supérieure des sciences agronomiques et l'Institut Pasteur de Madagascar).

Plus récemment, à l'issue d'ateliers en 2009 destinés à discuter les résultats de ces travaux avec les institutions de la ville, est né un projet à orientation opérationnelle, «Agriculture urbaine Low space No space à Antananarivo» (AULNA) : il vise à favoriser l'autoproduction de légumes et de certains produits carbohydratés (comme les ignames) par les familles vulnérables des quartiers pauvres et les enfants, pour favoriser la nutrition dans de bonnes conditions sanitaires. AULNA est mené en coopération par la région Île-de-France et la commune urbaine d'Antananarivo : cette dernière a rebaptisé l'une de ses directions «direction des Espaces verts et de l'agriculture urbaine» (DEVEAU) montrant ainsi son attachement à développer des formes innovantes d'agriculture en ville. L'INRA et le RUAF (Resource Center on Urban Agriculture and Food Security, www.ruaf.org) sont partenaires : les recherches concernent notamment la caractérisation des substrats utilisables dans les dispositifs de culture (agrisacs, tours de pneus, tables etc.) et celle, agro-économique, de l'insertion de ces systèmes innovants dans les familles.

Le cresson est l'un des produits agricoles aujourd'hui les plus courants à Antananarivo même s'il n'est pas autochtone : il aurait été introduit dès la fin du XVIII^e siècle, mais des rapports de missionnaires et de voyageurs signalent qu'à la fin du XIX^e siècle, il est encore récolté à l'état sauvage dans les rizières et les ruisseaux. Le développement de sa culture semble commencer après la seconde guerre mondiale et à la fin des années 1950, il participe au développement général du maraîchage urbain (Donque, 1964). Il semble avoir connu une augmentation récente,

puisque entre 1981 et 2008, 22 nouveaux sites de cressonniers sont apparus à Antananarivo (Rali-manga, 1981 ; Ravoniarisoa, 2009). On identifie ainsi aujourd'hui 41 sites cressonniers dont 37 dans la commune urbaine d'Antananarivo (CUA). Deux sont situés à 6 et 7 km du centre ville et deux dans le périurbain à plus de 15 km. Actuellement, les cressonniers occupent quelque 68 hectares dans la commune urbaine d'Antananarivo, et souvent au cœur même de la ville, puisque le cresson est essentiellement cultivé dans les bas-fonds inondables inter-collinaires.

Près de 300 exploitants occupent ces sites, la majorité étant des Betsileo, une ethnie de la région d'Antsirabé située à environ 200 km de la capitale, ethnie connue pour son habileté agricole. Certains d'entre eux conservent une activité saisonnière dans leur région d'origine, mais la plupart sont installés en fermage de façon pérenne.

Le climat tropical d'altitude d'Antananarivo fait alterner une saison des pluies entre novembre et mars (saison chaude avec des températures moyennes de 20 à 23°C) et une saison sèche et fraîche de mars à octobre (températures moyennes allant de 15 à 20°C). La pluviométrie totale annuelle avoisine 1300 mm, dont plus de 90 % tombent pendant la saison pluvieuse. La saison sèche et fraîche est la plus favorable à la culture du cresson, dont l'optimum thermique se situe entre 10 et 20°C, et le manque d'eau de pluie est alors compensé par l'irrigation. La culture est surtout irriguée par des eaux usées, mais certains sites sont irrigués par un mélange d'eau de source et d'eau usée (Ravoniarisoa, 2009) : en saison pluvieuse et chaude, les températures maximales peuvent être trop élevées pour le cresson (au dessus de 23°C, sa végétation est ralentie) et celui-ci peut être temporairement submergé lors des épisodes de fortes pluies : ces conditions entraînent un rallongement du cycle, qui peut alors atteindre deux mois (contre 4 semaines en saison fraîche) et parfois des pertes de culture.

La production se fait soit en monoculture, soit en rotation avec le riz et ce, en fonction de la localisation géographique de la parcelle : la monoculture de cresson (de 7 à 9 cycles par an) ou la succession jachère-cresson (3-4 cycles par an) dominant dans la partie amont des bas-fonds : tandis que la succession culturale riz en saison pluvieuse-cresson en saison sèche (3 à 4 cycles par an) est plus fréquente en aval. Cette différence est essentiellement due à la charge organique des eaux usées : en amont du vallon, les cressonnières reçoivent des eaux très riches en matière organique et en azote, défavorables au déroulement complet du cycle du riz (celui-ci produit beaucoup de matière foliaire, mais rencontre des difficultés pour fleurir et fructifier du fait des déséquilibres minéraux). En aval, les eaux sont beaucoup moins chargées (nous verrons le rôle « épurateur » du cresson), et cresson et riz peuvent alors alterner sur les parcelles.

La conduite technique du cresson consiste, à partir d'une pépinière, à ensemercer une parcelle préalablement labourée à la main, mise en eau et en boue : les plantules sont jetées à la volée et le niveau d'eau est contrôlé pour

qu'elles puissent s'enraciner. Quatre variétés principales sont utilisées, qui varient notamment par la largeur des feuilles. On constate un apport fréquent d'engrais NPK par les agriculteurs, censé accélérer la croissance du cresson et compenser la faiblesse des teneurs en minéraux des eaux d'irrigation (souvent du 11-22-16² le plus facile à se procurer), ce qui, nous le verrons, est discutable. Cet engrais est apporté à dose supérieure dans les zones aval des bas-fonds et en saison chaude qu'en zone amont et en saison fraîche, et apporté 10 à 15 jours après le repiquage. Les doses totales sont souvent élevées, équivalant à près de 100 kg d'azote à l'hectare.

Le désherbage, du fait de l'envahissement fréquent par la lentille d'eau (*Lemna paucicostata*) et la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), se fait exclusivement par arrachage manuel. La lutte contre les parasites dont les pucerons et chenilles (*Plutella xylostella*), fait recourir par contre fortement aux insecticides, facilement disponibles en milieu urbain (Karaté®, malathion) : ils sont appliqués à raison d'une fois au moins par cycle en saison fraîche, et de trois à quatre fois en saison chaude. Dosés au bouchon et apportés à l'arrosoir, ces insecticides sont souvent appliqués à des doses supérieures aux recommandations d'après les conseillers techniques du ministère de l'Agriculture que nous avons consultés. La récolte est manuelle, elle a lieu pendant la nuit car la vente d'abord sur les marchés de gros puis sur les marchés de détail doit se faire dans la journée.

Les rendements moyens sont élevés, de l'ordre de 300 à 500 kg par are et par cycle en saison fraîche, mais pouvant baisser à 150 kg par are et par cycle en saison chaude. Très majoritairement vendu *via* des intermédiaires qui viennent sur les parcelles³, le cresson est toujours considéré par les agriculteurs comme un produit rémunérateur. En effet, les marges annuelles varient entre 154 000 et 257 000 ariary par are en monoculture⁴, soit des revenus mensuels qui dépassent largement le salaire minimum dans l'industrie. La filière cresson crée une valeur ajoutée annuelle de l'ordre de 1 200 000 ariary à l'are en monoculture et de plus de 6 milliards d'ariary sur l'ensemble du territoire de la CUA.

2. Engrais titrant 11 % d'azote (N), 22 % de phosphore (P), et 16 % de potassium (K).

3. La rareté des ventes directes, alors qu'on est à proximité immédiate, parfois à quelques centaines de mètres, des marchés, s'explique pour partie par l'indisponibilité des producteurs : la culture du cresson, étalée dans le temps, est très coûteuse en travail.

4. Un euro = 2 800 ariary.

Consommation du cresson local et approvisionnement

La confrontation des visites sur sites de production, de l'estimation des rendements et des enquêtes complémentaires auprès des marchés et des consommateurs permet de donner une représentation actuelle de la place du cresson dans l'approvisionnement alimentaire de la ville. Antananarivo produirait aujourd'hui au moins 30 000 tonnes de cresson par an, dont environ 10% serait exporté vers les villes côtières. On est ainsi très largement au-dessus des statistiques du ministère de l'Agriculture (800 tonnes par an pour la province d'Antananarivo au début des années 2000), qui ne recensent pas le cresson intra-urbain ! En effet, le ministère ne considère que les zones rurales situées à plus de 35 km de la ville et la quasi-intégralité des productions de l'agriculture urbaine et péri-urbaine échappe à sa comptabilité. Cependant ses services définissent aujourd'hui un plan maraîchage qui prendra en compte la production maraîchère urbaine (UPDR, comm.pers.)

Les enquêtes du programme QUALISANN auprès des ménages d'Antananarivo (1280 ménages enquêtés, choisis pour la diversité de leur localisation dans les différents arrondissements et quartiers de la CUA) montrent que le cresson occupe une place de choix parmi les légumes feuilles consommés fréquemment. Entre 62% des ménages en saison chaude et 89% en saison fraîche consomment du cresson au moins une fois par mois, et plus du quart des ménages en consomment une fois par semaine.

L'étude des modalités d'approvisionnement dans deux des plus importants marchés de la capitale a révélé que le cresson est le moins cher des légumes-feuilles vendus (100 ariary la botte de 350 g) et qu'en conséquence, les quantités de cresson achetées à chaque transaction sont notablement supérieures, de l'ordre de 700 g, à celles des autres légumes-feuilles : moins de 500 g en moyenne pour l'*anatsonga* (*Brassica campestris* var. *peruviridis* Lour.) et le *petsai* (*Brassica pekinensis* Lour.).

Rapprochés des niveaux de production, ces niveaux et modalités d'approvisionnement ont permis de montrer que le cresson cultivé à Antananarivo contribue pour plus de 90% aux besoins d'approvisionnement alimentaire de la ville en ce produit. Ainsi la cressiculture urbaine est-elle fondamentale pour répondre aux demandes des urbains.

Dans le modèle de consommation des Tananariviens, le cresson a un statut particulier, et l'importance de sa consommation, outre son prix, est en partie liée à sa réputation de plante « bonne pour la santé » : 65% des ménages pensent que le cresson est un produit exceptionnel sur le plan nutritionnel. Quasiment assimilé dans la tradition populaire à une plante médicinale qui peut prévenir les maladies cardio-vasculaires, l'hypertension, la fatigue, etc., le cresson aurait même un pouvoir anti-pelliculaire ! Cette bonne réputation ancrée chez les plus âgés notamment est peut être un des facteurs qui explique la consommation plus fréquente lorsque le chef de famille a plus de 50 ans (chaque semaine pour 35,1% de ces ménages) que lorsqu'il ou elle a moins de 40 ans (26,4%). Elle est aussi plus fréquente dans les milieux populaires que dans les milieux plus aisés.

Les connaissances scientifiques corroborent l'intérêt nutritionnel du cresson. En effet, le cresson frais présente des teneurs fortes en fer (3 mg/100 g) et en calcium (160 mg/100 g). Il est très riche en vitamine C (60 mg/100 g), en provitamine A (2,9 mg/100 g), en vitamines du groupe B, à l'exception de la vitamine B12, et il fournit des quantités non négligeables de vitamine E et de vitamine K.

À partir de la composition en nutriments de cresson prélevé sur les marchés, des quantités consommées et des besoins nutritionnels de l'ensemble des membres des ménages, on peut estimer en moyenne que le cresson couvre 8%, 10% et 125%, respectivement, des apports recommandés en protéines, fer et vitamine A de l'ensemble des membres des ménages les jours où il est consommé. Pour les protéines et la vitamine A ces pourcentages sont inférieurs à ceux estimés pour la consommation des feuilles de manioc (*Manihot utilisima*) ou *ravitoto* en malgache (13 et 300% respectivement) et de la brède morelle (*Solanum nigrum*) ou *anamamy* (9 et 210% respectivement), mais ils sont supérieurs à ceux estimés pour les 16 légumes-feuilles étudiés. Le cresson apparaît donc comme une source particulièrement intéressante de nutriments et notamment de précurseurs de la vitamine A dans l'alimentation des Tananariviens.

La consommation du cresson urbain paraît donc tout à fait bénéfique : cette culture dont les coûts de transport sont minimes est rémunératrice pour les producteurs, permet l'autosuffisance de la ville, est accessible en termes de prix et potentiellement bénéfique pour le consommateur. Ce produit-phare de l'agriculture urbaine tananarivienne serait-il sans défaut ?

Risques sanitaires et adaptations des consommateurs

Il se trouve cependant que la situation urbaine, les modes de production et de commercialisation du cresson sont facteurs de risques sanitaires à Antananarivo.

Pollutions et contaminations

Les risques de pollution du cresson liés à l'eau d'irrigation dépendent de la localisation géographique des cressonnières et sont probablement les plus élevés. L'irrigation se fait par des canaux primaires et secondaires, généralement en terre. L'eau s'écoulant par gravité à partir d'un point situé en amont des parcelles passe d'une cressonnière à une autre par des vannes qui permettent de régler la vitesse et le niveau de l'eau. L'infrastructure est très simple mais efficace pour la maîtrise de l'eau en matière d'irrigation et de drainage. Cependant un seul site dans la CUA, sur les 37 sites recensés, est irrigué avec de l'eau de source. Tous les autres le sont au mieux avec un mélange d'eaux usées et d'eaux de source, voire exclusivement avec des eaux usées (fig. 2).

Les contaminants dans l'eau peuvent être variés : germes pathogènes et bactéries issus des eaux des habitations ; métaux lourds, déchets, poussières, impuretés, liés aux activités proches des stations d'essence et gares routières notamment, ou des bas-fonds, comme le lavage du linge et les latrines. L'environnement des cressonnières est potentiellement très polluant (fig. 3, page suivante).

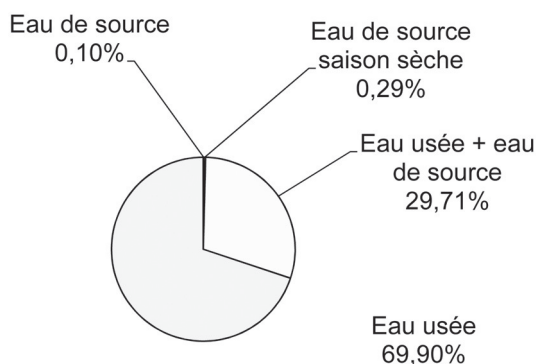


Figure 2. Provenance des eaux irrigant les cressonnières.

La production comporte aussi des risques, dus notamment au surdosage des intrants, produits phytosanitaires et engrais. Nous avons constaté des dosages approximatifs et souvent supérieurs aux doses prescrites par les techniciens consultés, surtout en saison chaude où les insectes pullulent, et où certains traitements peuvent être faits très peu de jours avant la récolte. L'excès d'engrais souvent constaté peut conduire aussi à des niveaux de pollution élevés (notamment en azote) des eaux résiduelles et de la nappe phréatique.

Lors de la commercialisation, les bottes de cresson sont rassemblées en soubiques (paniers) puis placées dans des charrettes pour rejoindre le marché : on a constaté que les commerçants n'opèrent aucune différenciation des bottes ou des soubiques en fonction du site d'origine du cresson, par exemple entre un site « propre » et un site particulièrement pollué comme celui d'Andravoahangy, à côté de la gare routière, où canaux et cressonnières servent aussi de toilettes publiques... De plus, une fois sur le marché, les bottes sont mises sur l'étalage et consciencieusement arrosées jusqu'à la vente avec une eau de qualité variable : interrogés sur ce point, les vendeurs évitent le sujet. Seules les collectrices-détaillantes (qui achètent directement au producteur et vont vendre au marché immédiatement) précisent qu'elles lavent les produits... avec l'eau des cressonnières avant de les emporter !

Ainsi toutes les phases de la production et de la commercialisation sont susceptibles d'entraîner des risques sanitaires non négligeables.

D'inquiétantes analyses chimiques

Il n'est pas étonnant que les chimistes du projet qui ont analysé la qualité de l'eau aient obtenu des résultats inquiétants. Prélevant des échantillons d'eau dans les canaux d'irrigation et directement dans les cressonnières, ils ont montré (tabl. 1) que les eaux sont globalement polluées, avec des variations selon les sites. Ainsi les valeurs des demandes en oxygène sont élevées et supérieures à la norme dans les trois sites retenus, indiquant la richesse en matières organiques de ces eaux. Les eaux des sites d'Ampandrana et d'Andravoahangy renferment une quantité importante de matières en suspension oxydables, ce qui diminue la teneur en oxygène dans l'eau et donc les possibilités de vie pour les micro-organismes responsables des mécanismes de décomposition aérobie de la matière organique. Les eaux les plus polluées sont celles d'Andravoahangy. Les cultures dans

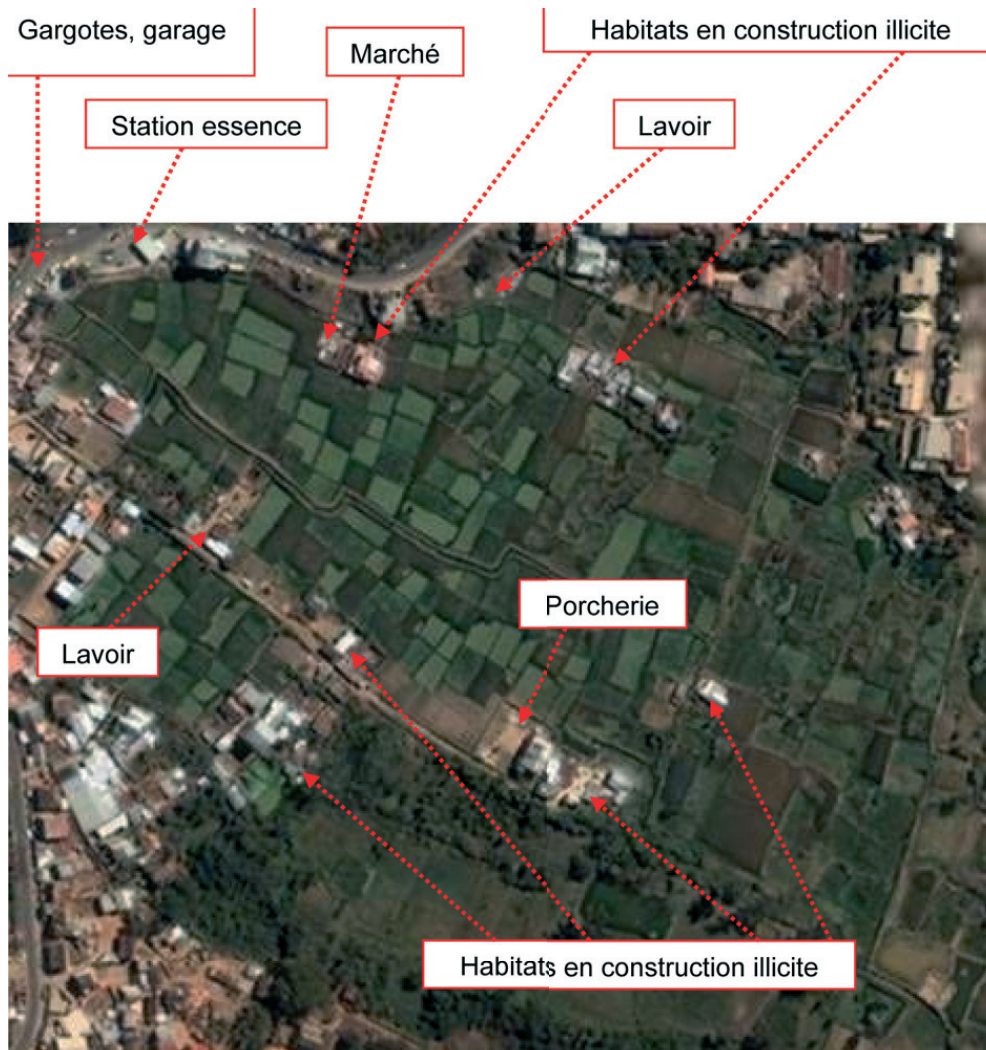


Figure 3. L'environnement des cressonnières (Ravoniarisoa, 2009).

cette cressonnière reçoivent une quantité importante de matières organiques en suspension et d'éléments nutritifs, surtout des nitrates, par les eaux d'irrigation. Ces éléments contribuent à la fertilisation du sol et des plantes, donc à l'amélioration de la productivité du cresson et interrogent dès lors sur les pratiques de fertilisation chimique pléthoriques.

Les eaux d'irrigation d'Ambanidia, à l'origine composées d'eau de source, sont aujourd'hui utilisées par les agriculteurs et les riverains pour toutes les activités de lavage domestique. Concernant les métaux, on observe que la concentration en cuivre dans toutes les eaux d'irrigation dépasse les teneurs maximales admissibles établies par l'Académie nationale des sciences de Madagascar.

Tableau 1. Qualité des eaux d'irrigation dans trois sites de cressonnières.

	Ambanidia	Andravohangy	Ampandrana	Normes
Eaux d'irrigation	Eaux de source et eaux usées	Eaux usées	Eaux usées	
Demande biologique en oxygène (mg/l)	2	100	n.d.	50
Demande chimique en oxygène (mg/l)	10	245	n.d.	150
Matières en suspension (mg/l)	20	60	83	n.d.
Nitrates (mg/l)	21,6	18,7	n.d.	n.d.
Chrome (mg/l)	n.d.	1,1	0,3	0,2
Cuivre (mg/l)	0,4	0,7	0,5	0,2

n.d. : donnée non disponible.



De plus, les eaux d'Andravoahangy et d'Ampandranana présentent une concentration en chrome supérieure à la limite admissible. Ces métaux peuvent être phytotoxiques ou s'accumuler dans le cresson. Les autres métaux, fer, zinc et plomb sont présents dans les eaux mais à des concentrations inférieures à la norme.

Le bilan chimique est donc mitigé dans les cressonnières d'Antananarivo, au moins pour l'usage alimentaire ! Cependant, les projets ADURAA et surtout QUALISANN ont montré que le cresson est un bon épurateur des eaux, ce qui n'est pas précisément sa vocation première !

Le cresson, une plante épuratrice ?

Lorsqu'on suit un parcours amont-aval dans les cressonnières d'Antananarivo, on constate que les eaux usées, initialement grises, deviennent limpides après avoir traversé deux ou trois parcelles de cressonnières : une partie voire la totalité de la charge polluante organique et minérale est éliminée par les cressonnières. Cela rejoint le fait que la culture du riz soit possible en aval, mais pas en amont des bas-fonds de la capitale. Une étude a donc été menée pour obtenir des données sur la « performance épuratoire » des cressonnières vis-à-vis des polluants tels que les matières organiques totales, les matières en suspension, les nitrates, les ions ammoniums. Elle a consisté à mesurer sur deux cressonnières irriguées par des effluents liquides les qualités de l'eau à l'entrée et à la sortie, au cours d'un cycle cultural et en considérant les deux saisons de production.

Les résultats sont concluants : la teneur en matières organiques diminue à la sortie des cressonnières tant en saison sèche qu'en saison humide. Si à l'entrée, elle varie de 102 à 206 mg/l, à la sortie les concentrations extrêmes sont de l'ordre de 38 à 108 mg/l. La mesure de la teneur en azote montre l'importance de la forme ammoniacale par rapport à la forme nitrique. À l'entrée des cressonnières, la concentration moyenne en $N-NH_4^+$ s'étend de 20 à 23 mg/l, la concentration en $N-NO_3^-$ varie de 1,4 à 5 mg/l. Ce rapport entre les deux formes est courant dans les systèmes de lagunage. La teneur en azote ammoniacal à la sortie des cressonnières est largement inférieure à celle mesurée à l'entrée ($N-NH_4^+ = 6$ à 9 mg/l). L'élimination par volatilisation et par nitrification-dénitrification ayant pu être considérée comme négligeable, c'est essentiellement l'exportation par les plantes qui expliquerait cette diminution. Nelson *et al.* (1981) et Ower *et al.*

(1981) affirment la préférence des plantes aquatiques pour la forme ammoniacale de l'azote. On a enfin constaté une diminution nette de la concentration en phosphore ($P-PO_4^{3-}$) entre l'entrée et la sortie (de 16-18 mg/l à 5-14 mg/l) et une diminution du flux de phosphore au cours du passage de l'effluent dans les cressonnières.

Les cressonnières se comportent donc en lagune épuratrice des eaux usées vis-à-vis de la matière organique, des nitrates, de l'ammonium et du phosphore. Notons que cette épuration naturelle, aussi efficace que celle traditionnellement prônée avec d'autres plantes aquatiques comme la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), la laitue d'eau (*Pistia stratiotes*), les hydrocotyles (*Hydrocotyles umbrellae*), les fougères d'eau (*Salvinia* spp.) et les lentilles d'eau (*Lemna* spp., *Azolla caroliniana*) (Reddy, 1984), présente de plus l'avantage non négligeable... de rémunérer les producteurs et de contribuer nettement à l'approvisionnement alimentaire de la ville ! Revenons donc à celle-ci, car le cresson est d'abord produit pour être consommé... S'il est un bon épurateur des eaux polluées, la présence de germes et de résidus n'en fait-elle pas aussi un produit dangereux à ingérer ?

Un diagnostic microbiologique rassurant

À Madagascar comme dans de nombreux pays du Sud, l'absence d'un système efficace de collecte et d'analyse des indicateurs de pollution fécale et de germes pathogènes sur la chaîne alimentaire est une lacune majeure qui ne permet pas d'évaluer scientifiquement les risques pour la santé des consommateurs (FAO/WHO, 2003 ; Sarter *et al.*, 2010). Ici, la qualité microbiologique du cresson a été évaluée en déterminant trois types de concentrations (tabl. 2) :

- celle de la flore totale, flore aérobie mésophile qui rend compte du niveau de charge bactérienne globale d'un aliment, donc de l'hygiène générale et permet aussi d'évaluer la capacité du produit à se conserver sans risque de dégradations organoleptiques ;

- la concentration d'*Escherichia coli* (indicateur de contaminations fécales et à l'origine de pathologies intestinales ou non comme les méningites ou les infections urinaires) ;

- la concentration en *Staphylococcus aureus* (producteur potentiel d'entéro-toxines provoquant de graves intoxications alimentaires).

Le cresson de quatre sites utilisant des eaux de qualité variable a été analysé (5 échantillons par site) et une étude préliminaire a également été effectuée auprès des ménages des quartiers d'Antananarivo renfermant ces sites pour analyser le cresson lavé et préparé cru (trois ménages par quartier et trois échantillons par ménage) et cuit (*idem*) pour la consommation.

Hormis pour le seul site de la capitale n'utilisant que des eaux de source, les trois classes de germes ont été retrouvées partout dans le cresson récolté, avec une variabilité entre sites. La contamination en *E. Coli* est particulièrement forte dans le site d'Andravoahangy, déjà signalé par les chimistes comme le plus pollué, et le site d'Ambanidia est très contaminé en *S. aureus*. Dans chaque site, on constate que plus les parcelles prélevées sont en aval du site, plus faibles sont leurs concentrations en bactéries.

L'analyse du cresson consommé dans les ménages a montré que les concentrations bactériennes des produits achetés sont en moyenne supérieures aux normes européennes ou assimilées. Mais, la cuisson provoque une diminution nette des trois types de germes et permet de se situer très en dessous des normes sanitaires (tabl. 2). De même, le lavage à l'eau potable du cresson avant consommation est un facteur majeur d'amélioration de la qualité microbiologique des produits. Ainsi, une fois préparés, c'est-à-dire au minimum lavés, voire cuits, les cressons consommés contiennent dans la majorité des échantillons moins de 10 ufc/g pour *E. Coli* (et toujours moins que la norme de 100 ufc/g). Ils sont aussi sous la norme pour *S. aureus*. Ainsi, au regard des analyses effectuées, le cresson lavé et consommé sous forme crue ou cuite ne présente pas de risques particuliers au regard des analyses effectuées. Cependant, étant donné l'échantillonnage limité, les résultats microbiologiques doivent être considérés comme préliminaires et nécessitent une étude incluant notamment d'autres germes pathogènes pour l'homme comme *Salmonella* spp.

De plus, ces résultats se limitent aux trois types de germes recherchés, ils n'augurent en rien de l'existence de risques liés à la présence de résidus phytosanitaires ou de métaux dans le cresson, que nous n'avons pas pu analyser faute de moyens.

Les consommateurs se sont adaptés... mais restent inquiets

L'enquête de consommation auprès des ménages (Rakotonirainy *et al.*, 2008) a montré que chez tous les consommateurs, le cresson fait l'objet d'un lavage : dans 17,4% des cas, il a lieu avec de l'eau ayant subi un traitement spécial (eau de javel, permanganate) ; dans 78,8% des cas c'est avec de l'eau du robinet ou de la borne fontaine (donc potable) et seulement dans 3,9% des cas avec une eau d'une autre provenance. De plus, l'enquête montre que le cresson n'est consommé cru que dans 5,4% des ménages. La cuisson, très largement dominante, est réalisée dans de l'eau portée à ébullition dans 90,7% des cas, par friture dans 1,6% des cas et dans de l'eau qui n'atteint pas l'ébullition dans 5,4% des cas. Tels qu'ils ont été décrits par les personnes s'occupant habituellement des repas, les modes de préparation culinaire utilisés pour le cresson semblent donc être en mesure d'assurer une bonne qualité microbiologique aux produits consommés.

Dans la tradition malgache, le cresson se consomme cru : c'est ainsi qu'il est censé apporter tous ses bienfaits, et les nutritionnistes vont dans le même sens (Holy Raobelina, Office national de la nutrition, comm. pers.). Si le lavage est peu susceptible de lui faire perdre ses qualités, la cuisson, par contre, détruit une grande partie des nutriments intéressants, dont la provitamine A.

Les consommateurs sont dans leur grande majorité conscients des conditions limites dans lesquelles le cresson intra-urbain est produit : 80 % des personnes interrogées ont déjà vu des cressonnières à Antananarivo.

Tableau 2. Concentration microbiologique moyenne des cressons consommés dans les ménages étudiés.

	Cresson cru	Cresson cuit	Normes
Flore totale*	9,4x10 ⁵	9,9x10 ⁴	-
<i>Escherichia coli</i> *	4,4x10 ²	9,1	< 100 ufc/g (CE 2073/2005)
<i>Staphylococcus aureus</i>*	6,101	4,9	<100 ufc/g Gilbert <i>et al</i> , 2000

*En ufc (unités formant des colonies) par gramme. Les analyses microbiologiques ont été réalisées selon les méthodes préconisées dans le Règlement européen CE 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires (Commission européenne, 2005).

Cependant, 30 % considèrent que c'est un produit sain, 32 % que sa qualité sanitaire est acceptable, 31 % qu'il pose un léger problème et 6 % qu'il pose un grave problème. Même si les ménages continuent à privilégier à plus de 90 % les critères de fraîcheur, d'aspect extérieur et de propreté pour choisir le cresson qu'ils achètent, ils gardent une confiance mesurée dans la qualité sanitaire du produit. 58 % des consommateurs déclarent ne pas avoir diminué leur niveau de consommation depuis deux ans. 29 % l'auraient diminué tandis que 7 % l'auraient augmenté. Le lavage avec antiseptique notamment et la cuisson leur semblent pouvoir prévenir les risques sanitaires qu'ils perçoivent.

Une moitié des consommateurs est fidèle à un ou plusieurs vendeurs particuliers mais ces consommateurs ne déclarent connaître la provenance du cresson acheté que dans 55,3 % des cas. Cependant, l'enquête de consommation montre que beaucoup ont une notion assez précise des « qualités territoriales » : la bonne qualité sanitaire est associée à des lieux péri-urbains ou plus éloignés, qui, nous l'avons vu, approvisionnent en très petites quantités la ville, comme Betafo, Analavory ; la mauvaise qualité est associée à la zone urbaine d'Antananarivo avec des points noirs comme Andravoahangy. Cependant seuls les ménages aisés, notamment ceux qui disposent d'un véhicule, peuvent se procurer (dès lors, en direct) du cresson dans ces lieux « de haute qualité » où ils peuvent s'approvisionner le week-end. Par contre, certains enquêtés seraient favorables à une hausse du prix en contrepartie d'une amélioration de la qualité du produit. Ils sont demandeurs de signes visibles forts qui renseignent sur la provenance et le mode de production du cresson.

Du cresson à consommer cru ? Innover pour l'agriculture urbaine

Il semble difficile à court terme d'améliorer nettement la qualité sanitaire des eaux de nombreuses cressonnières intra-urbaines : la ville n'a pas les moyens d'améliorer de façon significative les infrastructures de recueil des eaux usées, *a fortiori* dans les bas quartiers fortement urbanisés de façon informelle, et le lagunage d'amont n'est pas toujours techniquement possible. Aussi, une alternative est à l'étude : un nouveau projet en cours avec la commune urbaine d'Antananarivo (CUA)

et l'Institut des métiers de la Ville⁵, intitulé « Agriculture urbaine low space no space à Antananarivo » (AULNA) vise à développer l'autoproduction de légumes en ville par les ménages les plus défavorisés, dans une optique d'autonomie alimentaire et nutritionnelle (fig. 4).

Dans ce cadre, un travail a démarré sur l'autoproduction de cresson dans des récipients de type bidon de récupération coupé en deux et rempli de compost et d'eau propre. Une première expérimentation menée lors de la saison des pluies 2012 montre une production de cresson d'environ 2,5 kg par cycle sur un demi-fût d'environ 1 m² soit l'équivalent d'une production de 250 kg par are. On a noté aussi que l'apport d'une fertilisation NPK n'a pas d'effet notable sur la production dans ces dispositifs. Le rendement semble donc un peu moindre qu'en situation de « plein champ », où il pouvait atteindre 300 à 500 kg/are en saison fraîche mais aussi descendre à 150 kg/are en saison des pluies, et l'expérimentation nécessite d'être reconduite pendant la « bonne saison » (de mars à octobre). Cependant, cette production présente d'ores et déjà un double avantage :

- sous réserve de confirmation d'analyses en cours, le cresson produit serait propre sur le plan microbiologique et sa consommation crue pourrait s'envisager ;
- le cresson est produit sans apport d'intrants, hormis le renouvellement de l'eau une fois par semaine : il est donc très peu cher à produire pour les familles. Il est encore trop tôt pour prédire le devenir du « cresson AULNA » dans les filières, mais cette innovation technique et sociale a probablement un certain avenir, pour les ménages défavorisés qui pourront diversifier les modes de préparation du produit, mais aussi pour les ménages plus aisés, qui hésitent à s'adonner à la consommation de cresson urbain pour des raisons sanitaires et cherchaient jusqu'ici à s'approvisionner plutôt à l'extérieur.

Conclusion

Le cresson intra-urbain de Madagascar illustre bien le dilemme de l'agriculture urbaine dans les pays du Sud : indispensable à l'approvisionnement des villes, elle est souvent rémunératrice, mais peut poser question du fait des facteurs de risque spécifiques à l'environnement urbain. Tous n'ont pas été pris en compte dans nos travaux qui se sont focalisés sur le risque sanitaire de la consommation alimentaire. Or pour les producteurs, des problèmes de santé peuvent

5. Organisme de coopération décentralisée de la région Île-de-France.



Figure 4. Un dispositif du projet Aulna à Antananarivo : peu d'espace est nécessaire pour qu'une famille produise ses légumes. Cliché J.-Y. Ramanamidonana.

provenir du fait qu'ils pataugent pendant des heures dans des eaux malsaines. L'impact sur la biodiversité de l'utilisation excessive des pesticides peut être considéré également. Des recherches complémentaires pourraient donc être développées.

D'autre part l'agriculture urbaine n'est pas en reste quant aux innovations techniques et organisationnelles. Pour l'aide à la décision publique, quant à l'intérêt ou pas de conserver certaines formes d'agriculture en ville, l'instruction par la recherche des fonctions et des risques est fondamentale : ainsi, dans le cas du cresson, à la vue de ces résultats, les autorités ont considéré qu'il ne fallait pas suspendre la culture dans les bas-fonds étant donné sa contribution à l'alimentation de la ville et son importance économique (Aubry *et al.*, 2012). Au contraire elles soutiennent fortement les recherches d'alternatives « propres » comme dans le cas du système AULNA.

Ce cas particulier du cresson illustre aussi un problème plus général qui se pose dans tous les pays du Sud : sur quelles bases – techniques, économiques, sociales, institutionnelles – peut-on garantir la qualité de l'alimentation sous la

double contrainte d'un État ayant peu de moyens pour réglementer, et surtout contrôler, et d'une population de consommateurs à pouvoir d'achat global faible ? Dans le cas de l'agriculture urbaine, ces questions se posent d'autant plus que, longtemps, elle a été ignorée des pouvoirs publics, que des pratiques plus ou moins formelles ont pu, du coup, s'y développer et qu'elle est une source majeure d'alimentation, notamment pour les plus démunis. Ces questions interpellent de nombreuses disciplines et plaident pour que les recherches soient menées en partenariat étroit avec les pouvoirs publics locaux.

Remerciements

Les auteurs remercient le ministère français des Affaires étrangères et européennes qui a financé les projets de recherche ADURAA (Analyse de la durabilité de l'agriculture à Antananarivo) et QUALISANN (Qualités sanitaire et nutritionnelle du cresson et autres légumes-feuilles approvisionnant Antananarivo) dans le cadre de ses programmes Corus 1 et 2 (Coopération pour la recherche universitaire et scientifique) ainsi que la région Île-de-France et la commune urbaine d'Antananarivo pour l'accueil du projet AULNA ■

Références bibliographiques

- Armar-Klemesu M., Maxwell D., 1999. Accra: Urban agriculture as an asset strategy, supplementing income and diets. In: *Growing Cities Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda: A Reader on Urban Agriculture*. Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE), Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft. RUAF Foundation.
- Aubry C., Ramamonjisoa J., Dabat M.H., Rakotoarisoa J., Rakotondraibe J., Rabeharisoa L., 2012. Urban agriculture and land use in cities: an approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*, 29, 429-439
- Aubry C., Dabat M.H., Mawois M., 2010. Fonction alimentaire de l'agriculture urbaine au Nord et au Sud : permanence et renouvellement des questions de recherche, in : séminaire ISDA 2010, 28-30 June 2010, Montpellier, www.isda.com
- Aubry C., Ramamonjisoa J., Dabat M.H., Rakotoarisoa J., Rakotondraibe J., Rabeharisoa L., 2008, L'agriculture à Antananarivo (Madagascar) : une approche interdisciplinaire. *Natures Sciences Sociétés*, 16, 23-35.
- Bricas N., Seck P.A., 2004. L'alimentation des villes du Sud : les raisons de craindre et d'espérer. *Cahiers Agricultures*, 13, 10-14.
- Bryant C., 1997. L'agriculture périurbaine : l'économie politique d'un espace innovateur. *Cahiers Agricultures*, 6, 2, 125-130.
- Charvet J.P., 1994. Les agricultures périurbaines. Nouvelles approches et nouvelles questions à propos des agricultures périurbaines, *Bulletin de l'Association des géographes français*, 2, 119-122.
- Cities Alliance, 2004. Gestion de l'assainissement liquide et des déchets. Rapport final, in : Büschenschütz M., Oliva Lily R., Ramiamanana J. (Dir.): *Stratégie de développement de l'agglomération d'Antananarivo, Projet Cities Alliance*, CUA-FIFTAMA, Antananarivo.
- Commission européenne, 2005. Règlement (CE) n°2073/2005 du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 338, 1-25.
- Cordier J.L., 2004. Microbiological criteria. Purpose and limitations, http://www.icmsf.org/pdf/028-031_Cordier.pdf
- Dabat M.H., Aubry C., Ramamonjisoa J., 2006. Agriculture urbaine et gestion durable de l'espace à Antananarivo, Madagascar. *Economie rurale*, 294-295, 57-73.
- Dabat M.H., Andrianarisoa B., Aubry C., Ravoniarisoa E.F., Randrianasolo H., Rakoto N., Sarter S., Trèche S., 2010. Production de cresson à haut risque dans les bas-fonds d'Antananarivo. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 10, 2, <http://vertigo.revues.org/10022>: DOI : 10.4000/vertigo.10022
- Donque G., 1964. Les cultures maraîchères dans la région de Tananarive. *Madagascar Revue de Géographie*, 5, 71-104.
- Dubbeling M., de Zeeuw H., van Veenhuizen R., 2010. *Cities Poverty and Food. Multi-stakeholder Policy and Planning in Urban Agriculture*. Practical Action Publishing, UK, 178 p.
- FAO-WHO, 2003. *Assuring food safety and quality. Guidelines for strengthening national food control systems*. FAO-WHO, Rome, Italy.
- Gilbert R.J., de Louvois J., Donovan T., Little C., Nye K., Ribeiro C.D., Richards J., Roberts D., Bolton F.J., 2000. Guidelines for the microbiological quality of some ready-to-eat foods sampled at the point of sale. *Communicable Disease and Public Health*, 3(3), 163-167.
- Monédiaire G., 1999. *Agricultures urbaines et ville durable européenne : droits et politiques du jardinage familial urbain en Europe*. PULIM, Limoges.
- Mougeot L.J.A., 2005. *Agropolis : The Social, Political and Environmental Dimensions of Urban Agriculture*. IDRC, Ottawa. Eratscan, London.
- Moustier P., Mbaye A., 1999. Introduction, in : Moustier P. et al. (Eds.), *Agriculture périurbaine en Afrique subsaharienne*. Actes de l'atelier international des 20-24 avril 1998, Montpellier, France. CIRAD, Montpellier, 7-16.
- Moustier P., Danso G., 2006. Local Economic Development and Marketing of Urban Produced Food, in: van Veenhuizen R.(Ed.), *Cities Farming for the Future -Urban Agriculture for Green and Productive Cities*. RUAF Foundation, Leusden, Netherlands, IDRC, IIRR, 474 p.
- Nasr J., Padilla M., 2004. *Interfaces : agricultures et villes à l'Est et au Sud de la Méditerranée*. Paris, Delta.
- Petit C., Rémy E., Aubry C., 2009. Trafic routier et distance de sécurité : le dilemme de l'agriculture en Île-de-France. *Vertigo*, 1, 9, 11 p.
- Rahamefy L., Ramamonjisoa J., Aubry C., 2005. L'agglomération d'Antananarivo : projets d'urbanisme et fonctions de l'agriculture, in : Multifonctionnalité de l'agriculture dans les territoires périurbains. CD-ROM de l'atelier « Urbanisme, paysagisme et agriculture », Paris, ENS, 16 décembre 2004. *Cahiers de la multifonctionnalité*, 8.
- Rakotonirainy N., Razafindratovo V., Andrianarisoa B., Sarter S., Dabat M.H., Ralison C., Trèche S., 2008. Fréquences et modalités de consommation des légumes-feuilles dans la commune urbaine d'Antananarivo (CUA). Forum « Recherche valorisée : enjeux de développement régional », 3-5 dec. 2008, Antsiranana, Madagascar. Université d'Antananarivo, http://www.nutridev.org/IMG/pdf/Rakotonirainy_Forum_Antsiranana_Communication_2008.pdf

- Ralimanga S.V., 1981. *L'exploitation des cressonnières à Tananarive*. Mémoire de l'université d'Antananarivo. École supérieure de sciences agronomiques, département Agriculture, 104 p.
- Ramahaimandimbisoa A.T., 2007. *Analyse technique et économique de la filière cresson dans un contexte de problème sanitaire à Antananarivo, Madagascar*. Mémoire d'ingénieur agronome, université d'Antananarivo, École supérieure de sciences agronomiques, département Agriculture, 149 p.
- Ravoniarisoa E.F., 2009. *Spatialisation et modes de production du cresson à Antananarivo : identification des facteurs de risques sanitaires*. Mémoire de DEA, département de Géographie, université d'Antananarivo, 101p.
- Reddy K.R., 1983. Fate of nitrogen and phosphorus in a waste water retention reservoir containing aquatic macrophytes. *Journal of Environmental Quality*, 12, 1, 137-141.
- Sarter S., Sarter G., Gilabert P., 2010. A Swot analysis of HACCP implementation in Madagascar. *Food Control*, 21, 253-259.
- Smit J., Nasr J., 1992. Urban agriculture for sustainable cities : using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, 4, 141-152.
- Temple L., Moustier P., 2004. Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar). *Cahiers Agricultures*, 13, 1, 15-22.
- Toullalan M., 2012. *Les enjeux de la production et de l'approvisionnement alimentaire en Île-de-France*. Rapport du Conseil économique, social et environnemental régional, Commission Agriculture, environnement et ruralité, 16 mars 2012, 138 p.
- Van Veenhuizen R., 2006. *Cities Farming for the Future -Urban Agriculture for Green and Productive Cities?* RUAF Foundation, Leusden, Netherlands, IDRC, IIRR, 474 p.